

二〇二一 ~ 二〇二二 学年 第二 学期 《工程热力学 I》 考试试题

考试日期: 2022 年 7 月 1 日

试卷类型: B

试卷代号: 020019

姓名

学号

班号

题号	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	总分
得分											

本题分数

得分

一、单选题 (每空 2 分, 共 20 分)

1. 对于闭口系统理想气体定熵升温过程, 判断热量 q 、膨胀功 W 、热力学能 ΔU 的正负: ()
- A. $q < 0$ $W > 0$ $\Delta U < 0$ B. $q = 0$ $W > 0$ $\Delta U < 0$
 C. $q > 0$ $W > 0$ $\Delta U > 0$ D. $q = 0$ $W < 0$ $\Delta U > 0$

2. 一正常工作的缩放型喷管, 截去尾部一小段后 (仍保留缩放型式), 其各状态参数的变化表述正确的是 ()
- A. 出口压力不变 B. 流量不变
 C. 流速不变 D. 出口音速不变

3. 关于燃气轮机理想布雷顿循环的叙述, 正确的是 ()
- A. 循环增温比越高, 布雷顿循环效率越大
 B. 增压比过高时理想布雷顿循环效率可能减小
 C. 循环增温比越高, 布雷顿循环做功能力越强
 D. 增压比越高, 布雷顿循环做功能力越强

4. 依据热力学第一定律可知 ()
- A. $w = w_i + \Delta(pv)$ B. $w = w_i - \Delta(pv)$
 C. $w_i = w + p\Delta v$ D. $w = w_i - v\Delta p$

5. 关于湿空气的表述, 正确的是 ()

- A. 温度越高, 湿空气吸湿能力越强
 B. 相对湿度越大, 湿空气的含湿量越大
 C. 水蒸气分压越大, 湿空气露点温度越高
 D. 含湿量是指 1 kg 湿空气中干空气的质量

6. 关于朗肯循环的表述, 正确的是 ()

- A. 提高初温, 热效率提高, 干度增大 B. 提高初压, 热效率提高, 干度增大
 C. 提高背压, 热效率提高, 干度增大 D. 降低背压, 热效率提高, 干度增大

7. 闭口系统由初态 1 分别经过可逆过程 a 和不可逆过程 b 到达相同的终态 2。则

- ΔU_{1a2} () ΔU_{1b2} , ΔS_{1a2} () ΔS_{1b2}
- A. =, < B. =, >
 C. =, = D. >, <

8. 对于多变指数 n 处于 1 和 k 之间的可逆膨胀过程, 判断热量 q 、膨胀功 W 和 ΔU 的正负

- ()
- A. $q < 0$ $W < 0$ $\Delta U < 0$ B. $q > 0$ $W > 0$ $\Delta U > 0$
 C. $q > 0$ $W > 0$ $\Delta U < 0$ D. $q < 0$ $W < 0$ $\Delta U > 0$

9. 某一系统, 经过不可逆绝热过程, 其熵变 ()
- A. 大于零 B. 等于零 C. 小于零 D. 不能确定

10. 相比于理想的无余隙容积的活塞式压气机, 实际中考虑余隙容积, 则生成单位质量压缩气体耗功 _____, 单循环产气率 _____ ()

- A. 不变, 不变
 B. 不变, 减小
 C. 减小, 减小
 D. 减小, 不变

由于清晰度原因, 综合了线上和线下版, 题目内容和顺序一样, 仅有题号设置差异, 按本文件顺序对应查看即可

1. (简答题 15.0分)

1. (简答与作图题) 在初始温度、压力相同，最高温度、压力也相同的条件下：

(1) 画出汽油机理想奥托循环和燃气轮机理想布雷顿循环的 $p-v$ 图和 $T-s$ 图，并说明各热力过程。

(2) 比较理想奥托循环、布雷顿循环、狄塞尔循环和混合加热循环的热效率，并说明理由。

本资源免费共享，转载请联系：huaa.store

2. (简答题, 10.0分)

2. (计算题) 摩尔分数为80%的氮气和20%的氩气构成的混合气置于一个容积为 0.2 m^3 的活塞式闭口气缸, 测得压力为 600 kPa , 温度为 700 K 。经可逆绝热膨胀到原体积的2倍, 求对外做功量。已知氮气分子量为28, 比热容比为1.4; 氩气分子量为40, 比热容比为1.67。

本资源免费共享 收集网站 nuaa.store

2. (10分) 欲设计一个热机, 使之能够从温度为 1200°C 的高温热源吸收热量 3000KJ , 并向温度为 300°C 的低温热源放热 950KJ 。(1) 此循环是否可以实现? (2) 若把此热机当作制冷机使用, 能否实现从低温热源吸热 950KJ , 并向高温热源释放 3000KJ 的热量? 为什么? (3) 如果使之从低温热源吸热 950KJ , 至少消耗多少功?

3. (10分) 一台单缸活塞式压气机, 气缸容积为 12.5L 。从大气中吸入初态为 100kPa 、 $t_1=20^{\circ}\text{C}$ 的空气, 经多变压缩后压力变为 2.5MPa , 可将压缩过程看作多变指数为 1.2 多变过程。已知, 空气定容比热容 $c_v=718\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$, 定压比热容 $c_p=1005\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ 。忽略余隙容积影响。求
(1) 压气机排气温度 (2) 若改用双级压缩中间冷却技术, 最大能节省多少功量?

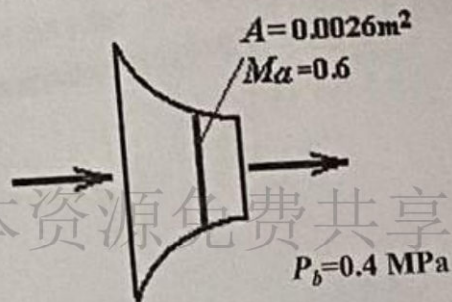
5. (20 分) 某内燃机动力循环可抽象简化为狄塞尔循环。循环初始压力为 p_1 为 0.2 MPa, 初始温度 t_1 为 70 °C。循环压缩比为 15, 循环加热量为 1020 kJ/kg。设其工质为空气, 比热容取定值, $c_p = 1004 \text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$, $c_v = 718 \text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ 。试回答以下问题:

- (1) 画出此加热循环的 p - V 图和 T - s 图, 并标明循环各阶段是何种过程。
- (2) 循环最高温度是多少?
- (3) 循环净功量?
- (4) 循环效率是多少? 相比同温限下卡诺循环, 热效率低多少?

第 7 页 (共 8 页)

4. (15 分) 总压(也称为滞止压力)为 0.65 MPa, 总温(也称为滞止温度)为 350 K 的空气, 可逆绝热流经一收缩喷管, 在喷管截面积为 $2.6 \times 10^{-3} \text{ m}^2$ 处, 气流马赫数为 0.6。若喷管背压为 0.30 MPa, 试求:

- (1) A 截面处的速度和温度;
- (2) A 截面的流量;
- (3) 出口处能否达到音速;
- (4) 出口截面的速度;

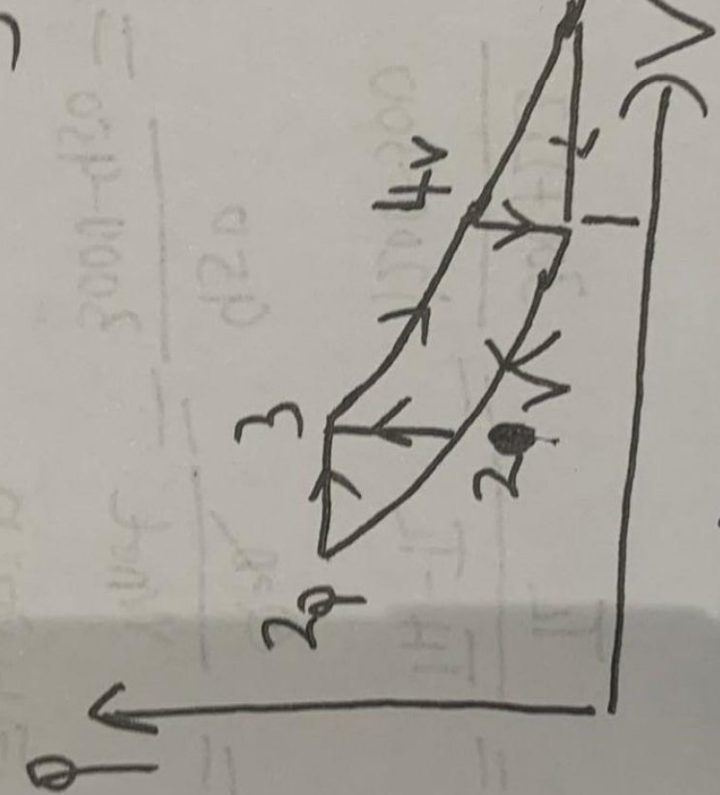
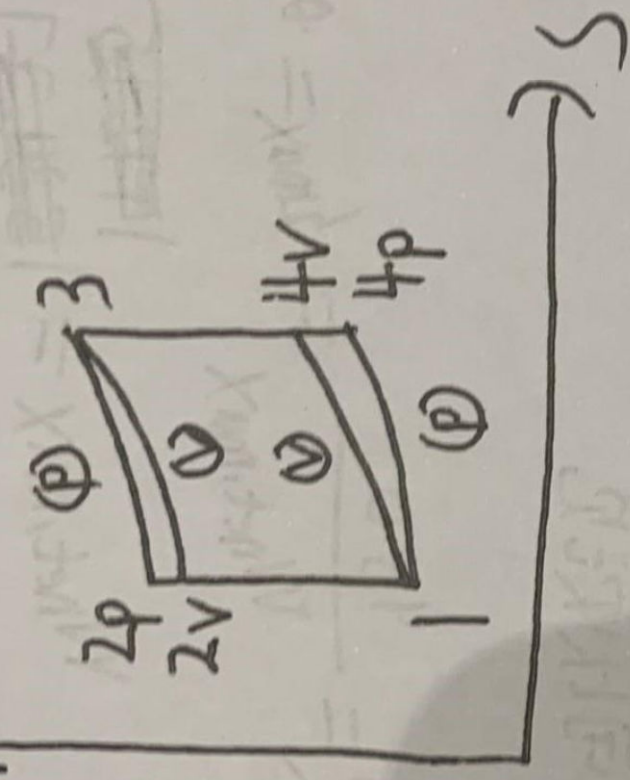


本资源免费共享 收集网站 nuaa.store

DBAAC ACCAB

本资源免费共享 收集网站 nuaa.store

$\equiv 1(1) \uparrow$



1-2v: 定熵压缩

2-3: 定容吸热

3-4v: 定熵膨胀

4-1: 定容放热

1-2p: 定熵压缩

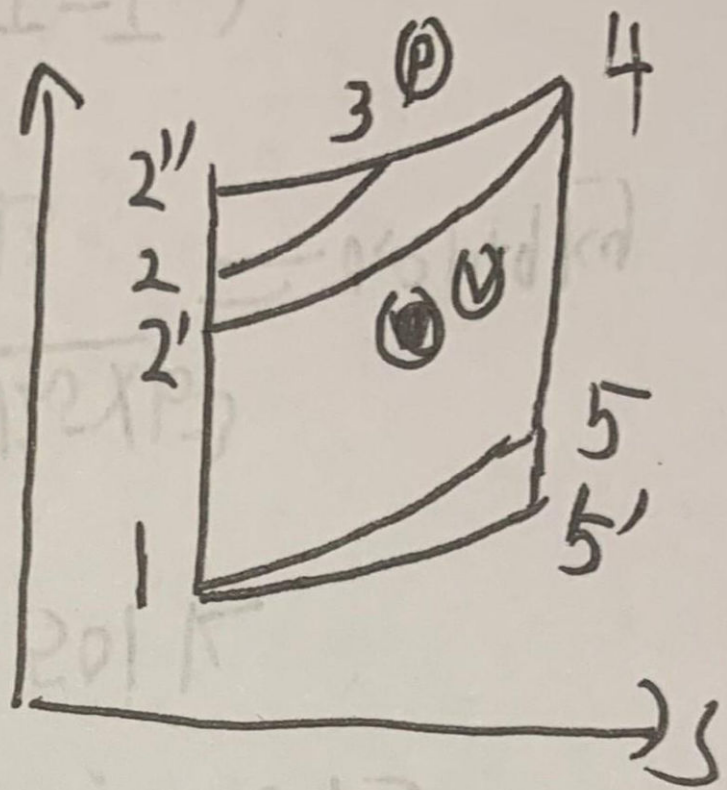
2-3: 定压吸热

3-4p: 定熵膨胀

4-1: 定压吸热

本资源来自 nuaa.store

$\equiv (2) \cdot T$



由图可知: $q_{2\text{奥}} = q_{2\text{混}} = q_{2\text{狄}}$

$q_{1\text{狄}} > q_{1\text{混}} > q_{1\text{奥}}$

$n_t \Rightarrow -\frac{q_2}{q_1}$ $q_1 \uparrow, n_t \uparrow$

$\therefore n_{t\text{狄}} > n_{t\text{混}} > n_{t\text{奥}}$

$q_{2\text{布}} < q_{2\text{狄}}$

$\therefore n_{t\text{布}} > n_{t\text{狄}} > n_{t\text{混}} > n_{t\text{奥}}$

1-2'-4-5+: 奥托循环

1-2-3-4-5+: 混合循环

1-2''-4-5+: 狄塞尔循环

1-2''-4-5'-1: 布雷顿循环

$$\text{已知: } P_1 = 600 \text{ kPa}, T_1 = 700 \text{ K}$$

$$V_2 = 2V_1, V_1 = 0.2 \text{ m}^3$$

~~求~~

$$P_2 = 0.2 \times 600 = 120 \text{ kPa}$$

$$P_2 = 0.8 \times 600 = 480 \text{ kPa}$$

$$m_{\text{空}} = \frac{P_2 V}{R_g T_1} = \frac{120 \times 10^3 \times 2}{\frac{8.3145}{40} \times 10^3 \times 700} = 1.65 \text{ kg}$$

$$m_{\text{空}} = \frac{P_2 V}{R_g T_1} = \frac{480 \times 10^3 \times 2}{\frac{8.3145}{28} \times 10^3 \times 700} = 4.62 \text{ kg}$$

$$T_2 = T_1 \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\kappa-1} = 700 \times \left(\frac{1}{2}\right)^{1.4} = 530 \text{ K}$$

$$Q_{12} = \Delta u_{12} + W_{12}$$

$$W_{12} = -\Delta u_{12}$$

$$= m_{\text{空}} (v_{12} (T_1 - T_2)) + m_{\text{空}} (v_{\text{空}} (T_1 - T_2))$$

$$= 1.65 \times \frac{3}{2} \times \frac{8.3145}{40} \times (700 - 530) + 4.62 \times \frac{5}{2} \times \frac{8.3145}{10.28} \times (700 - 530)$$

$$= 670.51 \text{ kJ}$$

2+2:

$$(1) \eta_{tmax} = 1 - \frac{300+273}{1200+273}$$

$$= 61.1\%$$

$$\eta_{t\text{实}} = 1 - \frac{Q_{\text{排}}}{Q_{\text{吸}}} = 1 - \frac{950}{3000} = 68.3\% > \eta_{tmax}$$

不可以实现

$$(2) \cdot \zeta_{max} = \frac{T_L}{T_H - T_L} = \frac{300+273}{1200-300} = 0.637$$

$$\zeta_{\text{实}} = \frac{Q_{\text{吸}}}{W_{\text{net}}} = \frac{950}{3000-950} = 0.463 < \zeta_{max}$$

可以实现

$$(3) \zeta_{\text{实}} = \frac{950}{W_{\text{net,max}}} = \zeta_{max} = 0.637$$

本资 ~~1491.37~~ 免费共享 收集网站 huua.store
 $W_{\text{net,max}} = 1491.37$

2+3:

解: (1) $P_1 = 100 \text{ kPa}$, $T_1 = 20 + 273 = 293 \text{ K}$

$P_2 = 2.5 \text{ MPa}$, $n = 1.2$

$T_2 = T_1 \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{n-1}{n}} = 293 \times \left(\frac{2.5}{0.1}\right)^{\frac{1.2-1}{1.2}}$

$= 501 \text{ K}$

(2) $m = \frac{P_1 V}{P_0 T} = \frac{100 \times 10^3 \times 12.5 \times 10^{-3}}{2.87 \times 293} = 0.0149 \text{ kg}$

熵变: $W_{12} = \frac{n}{n-1} m R_g (T_1 - T_2)$

$= \frac{1.2}{0.2} \times 0.0149 \times 287 \times (293 - 501)$

$= -5336.8 \text{ J} = -5.3368 \text{ kJ}$

$W_C = -W_{12} = 5.3368 \text{ kJ}$

又由: $P_2' = \sqrt{\frac{P_2}{P_1}} \cdot P_1 = \sqrt{\frac{2500}{100}} \times 100 = 500 \text{ kPa}$

$T_0 = 5$

$T_2' = T_1 \left(\frac{P_2'}{P_1}\right)^{\frac{n-1}{n}}$

$= 293 \times 5^{\frac{0.2}{1.2}} = 383 \text{ K}$

$W_{12} + W_{22} = 2 \frac{n}{n-1} m R_g (T_1 - T_2')$

$= 2 \times \frac{1.2}{0.2} \times 0.0149 \times 287 \times (293 - 383)$

$= -4.6184 \text{ kJ}$

$W_C' = 4.6184 \text{ kJ}$

$W_C - W_C' = 1.1684 \text{ kJ}$

大4:

解: $P_0 = 0.65 \text{ MPa}$, $T_0 = 350 \text{ K}$.

$$Ma_1 = \frac{c_1}{\sqrt{k R_g T_1}} = \frac{\sqrt{2p(T_0 - T_1)}}{\sqrt{k R_g T_1}} = 0.6$$

$$\frac{2p(T_0 - T_1)}{k R_g T_1} = \frac{2 \times 1004 \times (350 - T_1)}{1.4 \times 287 \times T_1} = 0.36$$

$$T_1 = 326.48 \text{ K}$$

$$c_1 = \sqrt{2p(T_0 - T_1)} = \sqrt{2 \times 1004 \times (350 - 326.48)} = 217.32 \text{ m/s}$$

$$(2): P_1 = P_0 \left(\frac{T_1}{T_0}\right)^{\frac{k}{k-1}} = 0.65 \times \left(\frac{326.48}{350}\right)^{\frac{1.4}{0.4}} = 0.51 \text{ MPa}$$

$$V_1 = \frac{R_g T_1}{P_1} = 0.1837 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$q_m = \frac{L_1 \cdot \rho_1}{V_1} = \frac{217.32 \times 0.0026}{0.1837} = 3.08 \text{ kg/s}$$

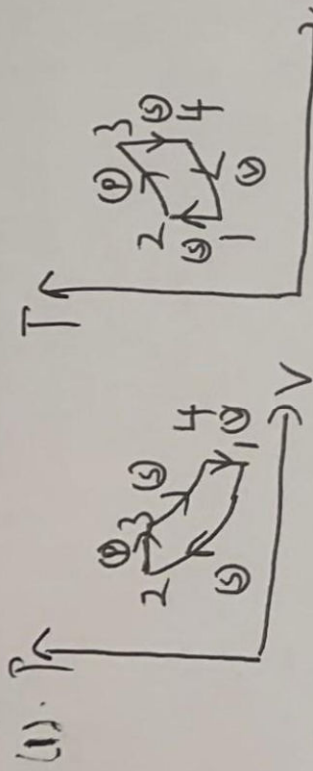
$$(3): P_{cr} = P_0 \cdot V_{cr} = 0.65 \times 0.528 = 0.3432 \text{ MPa} < P_b$$

$$\therefore P_2 = P_b$$

不能达到音速

$$(4) T_2 = T_0 \left(\frac{P_2}{P_0}\right)^{\frac{k-1}{k}} = 350 \times \left(\frac{0.4}{0.65}\right)^{\frac{0.4}{1.4}} = 304.67 \text{ K}$$

$$c_2 = \sqrt{2p(T_0 - T_2)} = 301.7 \text{ m/s}$$



1-2: 定熵压缩, 2-3: 定压吸热, 3-4: 定熵膨胀
4-1: 定容放热

$$(2): P_1 = 0.2 \text{ MPa}, T_1 = 70 + 273 = 343 \text{ K}, \kappa = \frac{V_1}{V_2} = 15$$

$$T_2 = T_1 \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\kappa-1} = 343 \times 15^{1.4-1} = 1013.3 \text{ K}$$

$$q_{23} = c_p(T_3 - T_2) = 1004 \times (T_3 - 1013.3) = 1020 \text{ kJ/kg}$$

$$T_3 = 2029.2 \text{ K}$$

$$(3): V_4 = V_1 = \frac{R_g T_1}{P_1} = \frac{287 \times 343}{0.2 \times 10^6} = 0.4922 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$P_3 = P_2 = P_1 \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\kappa} = 0.2 \times 15^{1.4} = 8.86 \text{ MPa}$$

$$V_2 = \frac{V_1}{\kappa} = 0.0328 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$\frac{V_3}{T_3} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow V_3 = V_2 \frac{T_3}{T_2} = 0.0328 \times \frac{2029.2}{1013.3} = 0.0657 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$T_4 = T_3 \left(\frac{V_3}{V_4}\right)^{\kappa-1} = 2029.2 \times \left(\frac{0.0657}{0.4922}\right)^{0.4} = 901.76 \text{ K}$$

$$W_{\text{net}} = c_p(T_3 - T_1) - (v(T_4 - T_1))$$

$$= 1004 \times (2029.2 - 1013.3) - 718 \times (901.76 - 343)$$

$$= 615.18 \text{ kJ/kg}$$

$$(4) \eta_t = \frac{W_{\text{net}}}{q_1} = 60.31\%$$

$$\eta_{tR} = 1 - \frac{T_1}{T_3} = 1 - \frac{343}{2029.2} = 83.1\%$$